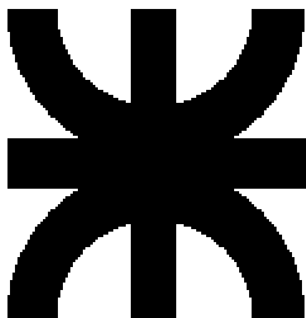
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SAN NICOLÁS

INGENIERIA ELECTRÓNICA



TÉCNICAS DIGITALES III

Simulador de la unidad de control microprogramada de Técnicas Digitales III – (UC1-TD3)

Manual de Usuario v3

Ing. Felipe F. Poblete – UTN-FRSN

AÑO 2008-2014

OBJETIVO:

Adquirir los conocimientos necesarios para el empleo del simulador de la unidad de control microprogramada utilizada en las clases de teoría de Técnicas Digitales III.

INTRODUCCIÓN:

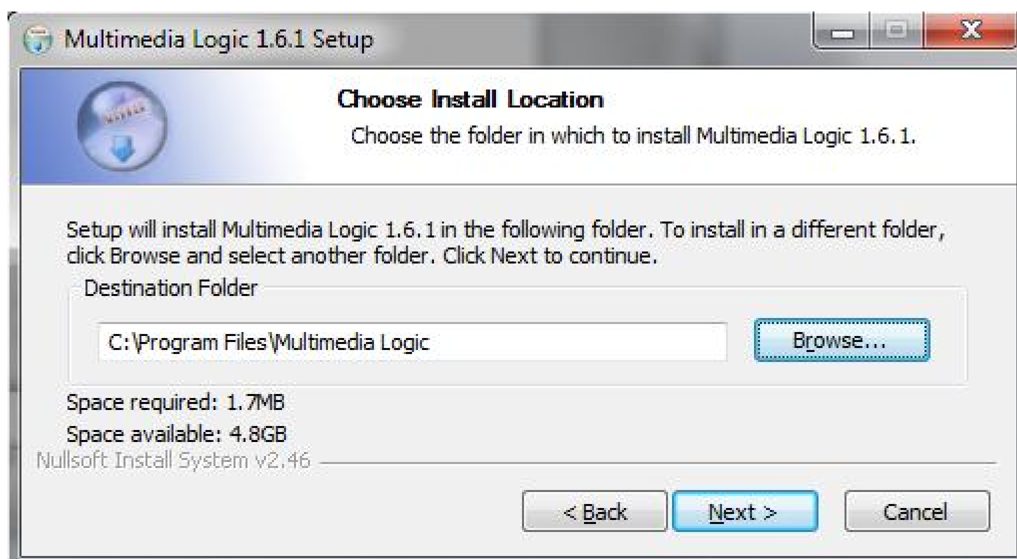
El simulador se implementó mediante un software de diseño de circuitos digitales, llamado Multimedia Logic 1.6.1, de Softronix Inc. El programa está completamente documentado y tiene licencia de uso libre.
El objetivo de diseño del circuito fue respetar lo más fielmente posible el funcionamiento de la unidad de control microprogramada explicado en clase.

Instalación del programa

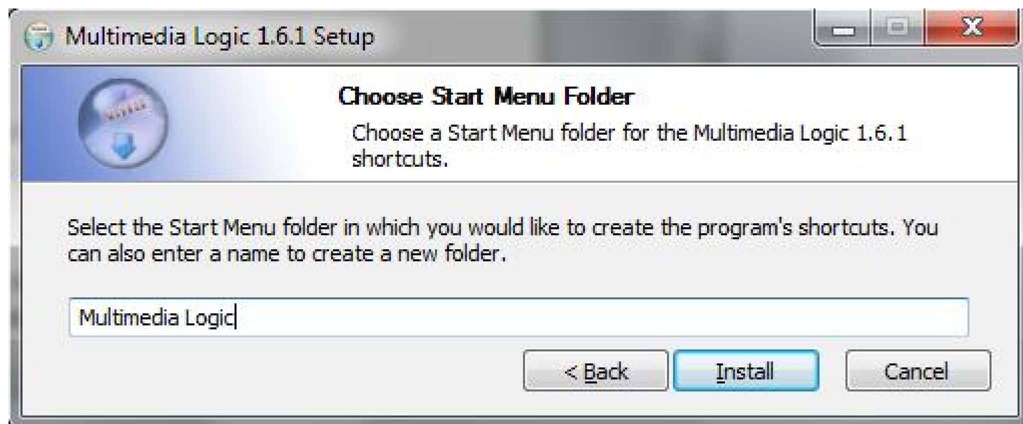
El programa Multimedia Logic, v1.6 se puede descargar desde la Web del autor (http://sourceforge.net/projects/multimedialogic/) o desde Download de Técnicas Digitales III (http://www.frsn.utn.edu.ar/tecnicas3).
Una vez descargado el archivo **Multimedia Logic1.6.1.exe,** se ejecuta el mismo, apareciendo los cuadros de diálogo del instalador.



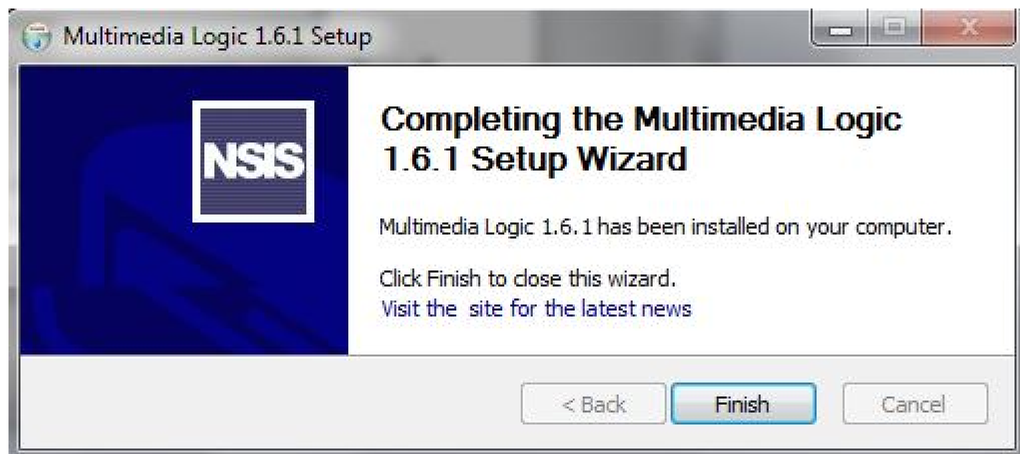
Oprimir Next, aceptar la licencia y aparece el cuadro de diálogo de la carpeta donde se instalará.



Por defecto, se instala en C:\Program Files\Multimedia Logic. A menos que por algún motivo especial desee elegir otra carpeta, oprima Next.



Comprobando que la carpeta de programas del menú inicio de Windows es correcta oprima **Install**

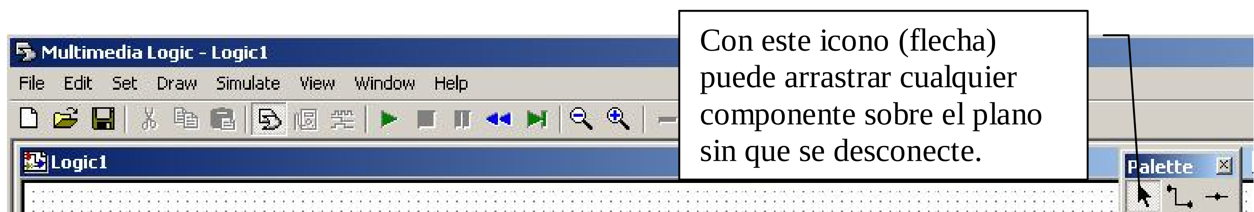




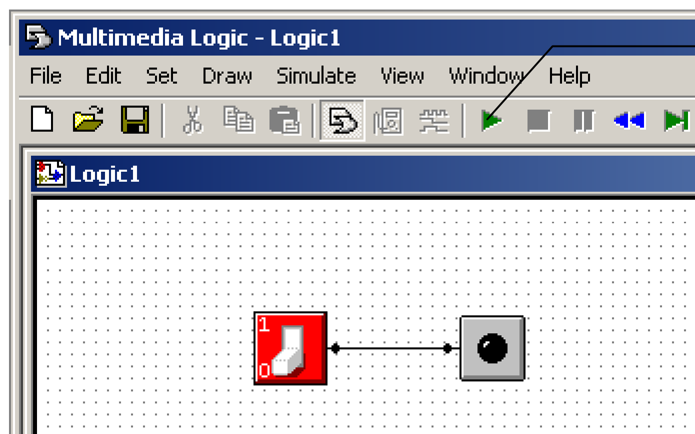
Una vez ejecutado el instalador, los archivos quedan en C:\Program Files\Multimedia Logic.
Si lo desea, puede crear un acceso directo en el escritorio.

<u>Ejecutando el simulador por primera vez</u>

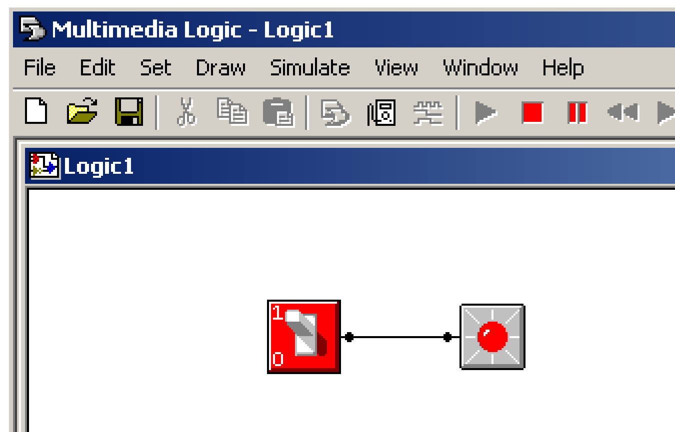
La pantalla inicial es la siguiente:



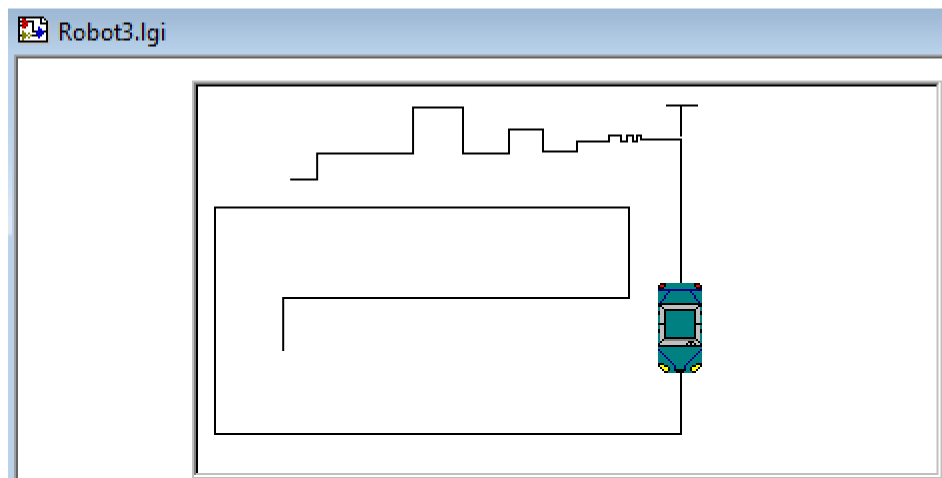
Para practicar, Ud puede diseñar un circuito muy simple: encender un LED.
En “Palette” tiene los componentes prediseñados.
Con el mouse haga click en el primer icono de la cuarta fila (switch) y luego haga click en el centro de la hoja en blanco. Apareció una llave.
Ahora haga click en el tercero de la tercera fila (led) y nuevamente click en la hoja, al lado de la llave. Ahora seleccione el segundo de la primera fila (cable) y haga click en el punto negro de la llave y sin soltar el botón del mouse dibuje el cable hasta el punto negro del led. ¡Ya está!.



Ahora oprima la flecha verde de iniciar simulación. Se borra la grilla y el led se apaga.
Con el mouse, actúe sobre la llave para encender y apagar el led. Observará que el led no necesitó el cable de masa y la llave no requirió alimentación. Esto es configurable.



En la carpeta C:\Program Files\Multimedia Logic\Examples hay una cantidad de ejemplos de circuitos hechos con este programa. Los mismos se ejecutan simplemente haciendo doble click en el archivo con extensión lgi.
Pruebe con C:\Program Files\Multimedia Logic\Examples\Advanced\robot3.lgi.

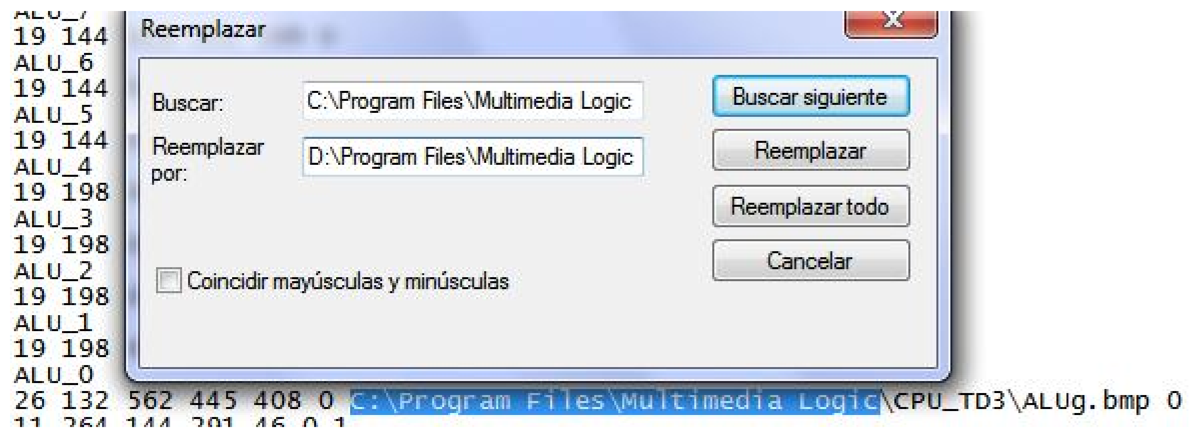


Instalación de los archivos de TDIII

Los archivos que componen la simulación de la UC1-TD3 se pueden descargar desde la página de Prácticos de Técnicas Digitales III, la misma desde donde descargó este instructivo.
El archivo CPU_TD3.zip se debe expandir en C:\Program Files\Multimedia Logic\CPU_TD3.

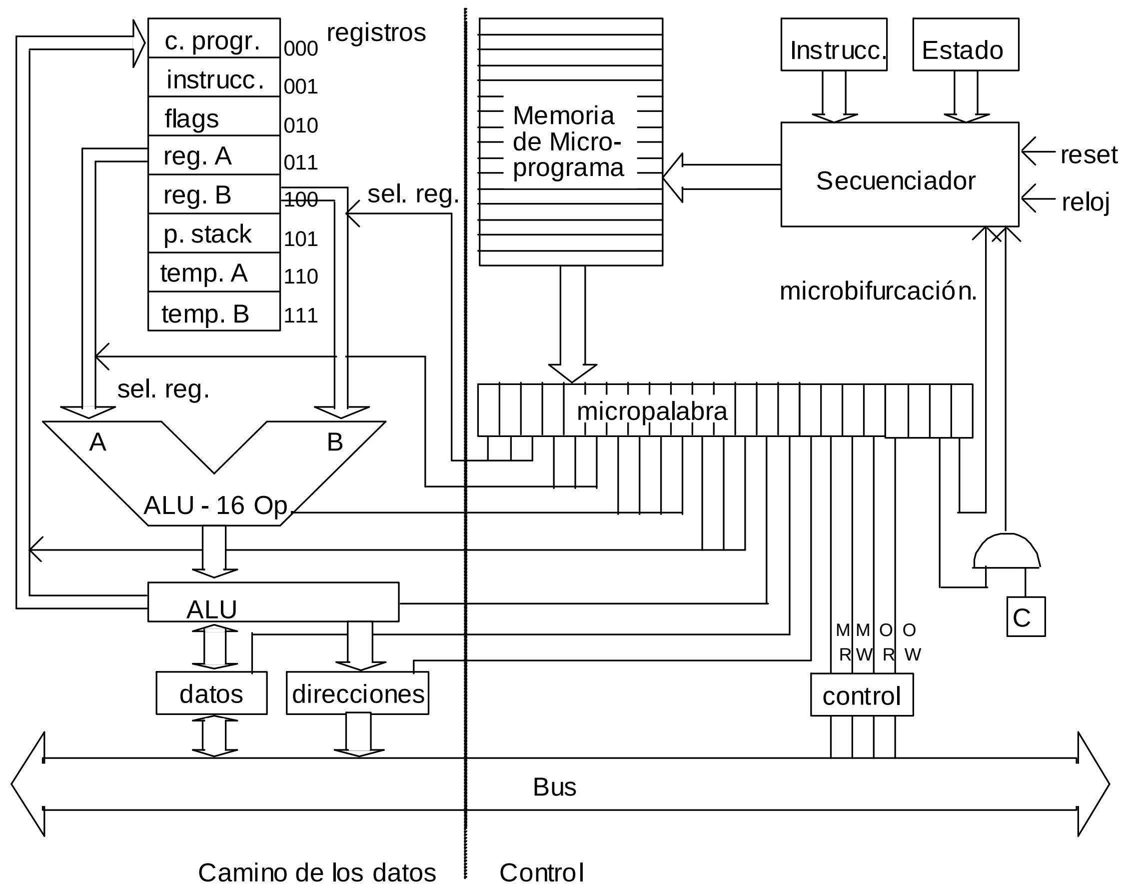
alu completa C1.txt	10/06/2012 20:25	Documento de texto	32 KB
alu completa C2.txt	10/06/2012 20:24	Documento de texto	32 KB
ALU COMPLETA.xls	10/06/2012 20:35	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	9.965 KB
alu.txt	10/06/2012 20:37	Documento de texto	1 KB
ALUg.bmp	05/01/2008 16:00	Archivo BMP	7 KB
bus.bmp	23/03/2008 10:26	Archivo BMP	149 KB
codigo instr.txt	05/02/2008 23:18	Documento de texto	1 KB
contador.txt	28/04/2012 23:58	Documento de texto	1 KB
CONTROL STORE 15.xls	10/06/2012 20:36	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	171 KB
hammer.wav	26/05/2000 21:55	Archivo de sonido	4 KB
laser.wav	11/07/1997 5:37	Archivo de sonido	2 KB
micropro15.lgi	03/06/2012 14:15	Logic Project	101 KB
microprograma1.txt	10/06/2012 19:34	Documento de texto	1 KB
microprograma2.txt	10/06/2012 20:40	Documento de texto	1 KB
microprograma3.txt	10/06/2012 20:40	Documento de texto	1 KB
nemonico instr.txt	14/05/2012 22:26	Documento de texto	1 KB
programa1.txt	10/06/2012 20:40	Documento de texto	1 KB
programademo.txt	12/04/2008 13:32	Documento de texto	1 KB

Nota importante: Si por algún motivo se debe instalar en otra unidad (D:) u otro directorio, una vez cargado el programa micropro15.lgi, se deben modificar los vínculos a todos los archivos *.txt y *.bmp manualmente. Esto se puede hacer también editando con el block de notas de Windows el archivo micropro15.lgi, reemplazando la ruta de cada referencia (oprimir “reemplazar todo”).



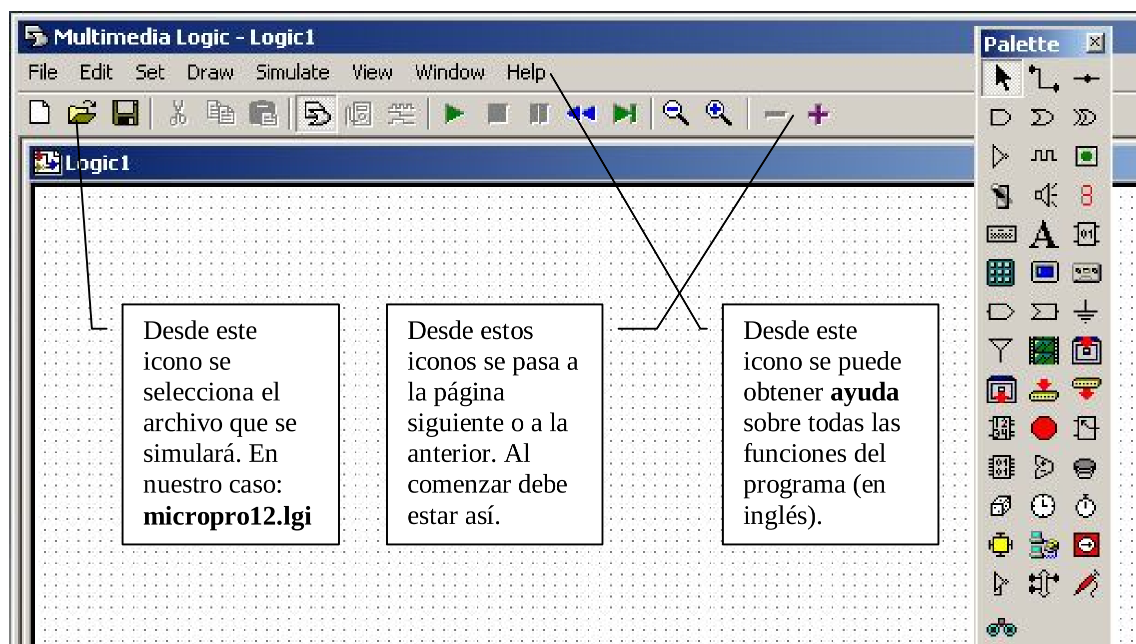
Unidad de control microprogramada

El simulador intenta representar el diagrama en bloques de la UC que vimos en clase:

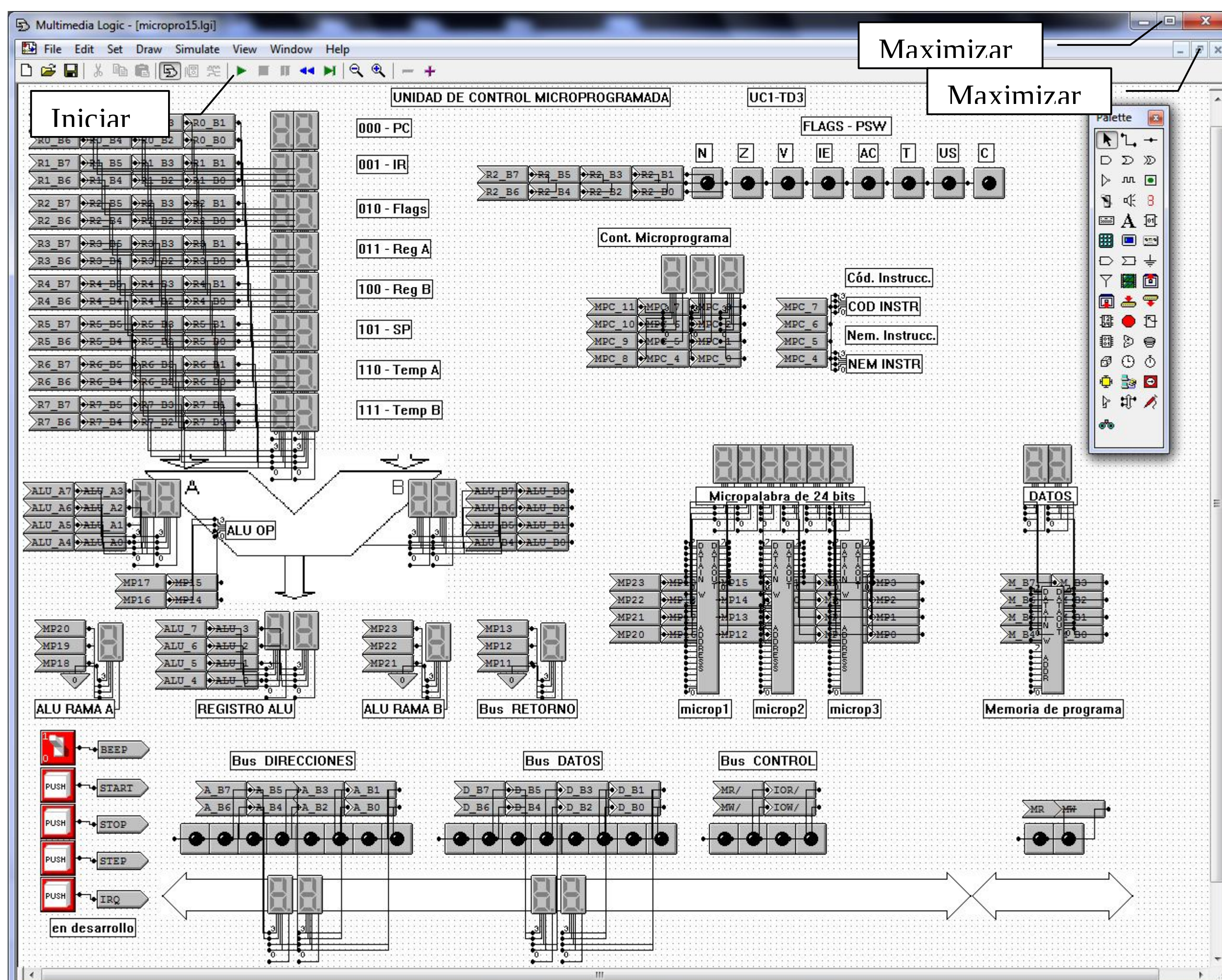


Unidad de control micro programada

Utilización del simulador UC1-TD3



Una vez seleccionado el archivo **micropro15.lgi**, aparece la siguiente pantalla:



Pantalla inicial del simulador

Es conveniente maximizar ambas ventanas con los iconos en la parte superior derecha.
Si se realizaron todos los pasos de instalación correctamente, en la memoria de programa estará cargado el primer programa de prueba, a partir de la dirección 0.

1	Código	Nemónico	Descripción
2	01	NOP	incrementa el contador de programa
3	02	INC A	incrementa el registro A
4	02	INC A	incrementa el registro A
5	02	INC A	incrementa el registro A
6	02	INC A	incrementa el registro A
7	02	INC A	incrementa el registro A
8	02	INC A	incrementa el registro A
9	02	INC A	incrementa el registro A
10	02	INC A	incrementa el registro A
11	02	INC A	incrementa el registro A
12	02	INC A	incrementa el registro A
13	01	NOP	incrementa el contador de programa
14	01	NOP	incrementa el contador de programa
15	01	NOP	incrementa el contador de programa
16	01	NOP	incrementa el contador de programa
17	00	RESET	inicializa todos los registros a cero y reinicia el programa

Programa demo

Oprimir la flecha verde para iniciar el simulador. Luego **oprimir** el pulsador **STOP** para preparar el circuito. La página inicial debe quedar como muestra la figura A1.
Ahora **oprimir START**. Se debe oír un pitido cada 2 s y deben ir cambiando los registros. El programa se repite indefinidamente. Se puede avanzar paso a paso de microprograma con **STEP**.

En la primera página se representa la unidad de control (UC) y la memoria de programa. En las páginas siguientes están los circuitos detallados de cada uno de los bloques que componen la UC, en las Figuras A1 hasta A15.

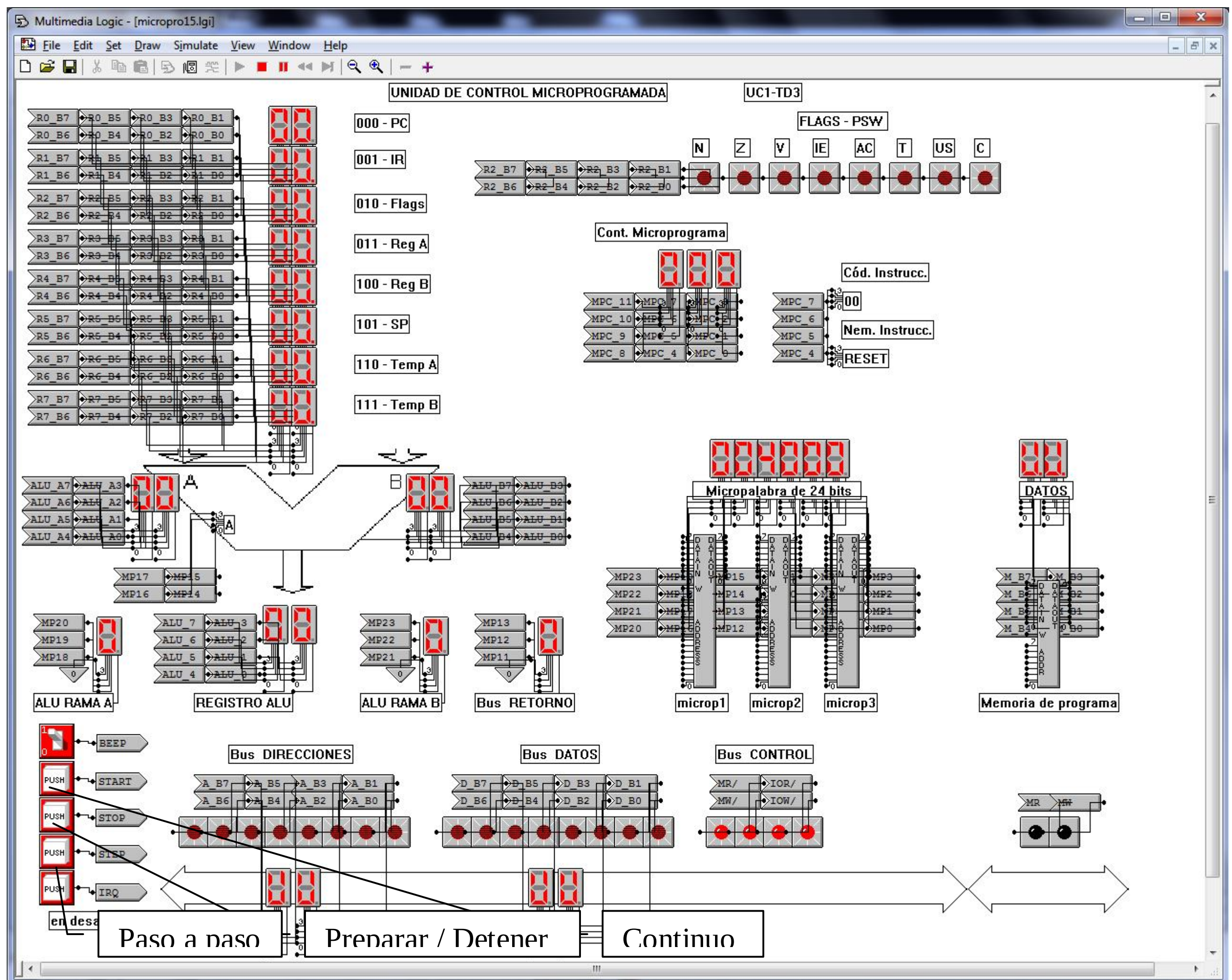


Figura A1 – Panel de control del simulador

Dado que la micropalabra está compuesta por bits individuales que totalizan 24, se construyó la memoria de microprograma con 3 memorias de 8 bits de datos cada una (microp 1, 2 y 3).
Para facilitar la separación de los 24 bits individuales en los tres grupos de 8 bits, se recurre a un archivo Excel (control store 15.xls), donde, en la solapa microprograma se generan los bytes que se cargarán a las memorias microp 1, etc. Ver Hints en la página 17.

Microsoft Excel - CONTROL STORE 15.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	MPC	ALU B			ALU A			ALU FUN				ALU R			R	D	A	MEM		IO		TEST				MP 1	MP 2	MP 3	MP 1	MP 2	MP 3	OBSERVACIONES
2	BIT	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0							DESCRIPCION DE LA MICROINSTRUCCION
3		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	R	W	R	W	1	2	3	1							RESET - INICIALIZAR EL PROCESADOR
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01000000	00000000	00	40	00	PONER REGISTRO ALU Y PC A CERO (VIA A)
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01001000	00000000	00	48	00	PONER REGISTRO ALU E IR A CERO
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01010000	00000000	00	50	00	PONER REGISTRO ALU Y FLAGS R/W A CERO
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01011000	00000000	00	58	00	PONER REGISTRO ALU Y RA A CERO
8	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000001	01100000	00000000	01	60	00	PONER REGISTRO ALU Y RB A CERO (VIA B)
9	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000001	01101000	00000000	01	68	00	PONER REGISTRO ALU Y SP A CERO
10	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000001	01110000	00000000	01	70	00	PONER REGISTRO ALU Y TA A CERO
11	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00000001	01111000	00000000	01	78	00	PONER REGISTRO ALU Y TB A CERO
12	8	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00001110	10010000	00000000	0E	90	00	DECREMENTAR REGISTRO A Y SETEAR FLAGS R/W
13	9	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	01101100	00110000	00001111	6C	30	0F	NOP - SETEAR FLAGS R/O
14	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	00000000	01010000	00001111	00	50	0F	PONER REGISTRO ALU Y FLAGS R/W y R/O A CERO
15	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01000101	00000000	00	45	00	PONER PC EN REGISTRO DE DIRECCIONES
16	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	00000000	01001000	10000000	00	48	80	LEER BUS DE DATOS Y PONER EN REG DE INSTRUC
17	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	00000000	00111000	00000001	00	38	01	DECODIFICAR PROXIMA INSTRUCCIÓN

Solapa microprograma

Por otra parte, el programa se carga en la Memoria de programa, de 256 bytes. En el mismo archivo hay una solapa para cargar el programa. Para completar el diseño de esta unidad de control, se agregaron la solapa de codigos ALU y el set de instrucciones.
Para modificar el programa, se puede hacer desde el archivo Excel auxiliar (control store 15.xls). Escribiendo instrucciones válidas en la columna "Nemónico" la planilla Excel determina el código y la descripción de la misma.
Una vez modificado, se ve como en la figura siguiente:

	A	B	C	D	E
1	Dirección	Código (*)	Nemónico	Descripción (*) (lo trae del set de Instrucciones)	Comentarios
2				Programa ejemplo del manual de usuario v2.0	Felipe:
3	00	01	NOP	NOP - INCREMENTAR EL PC	IN Esta celda contiene
4	01	02	INC A	INC A - INCREMENTAR REGISTRO A	A una fórmula que debe
5	02	00	RESET	RESET - INICIALIZAR EL PROCESADOR	ser arrastrada a toda

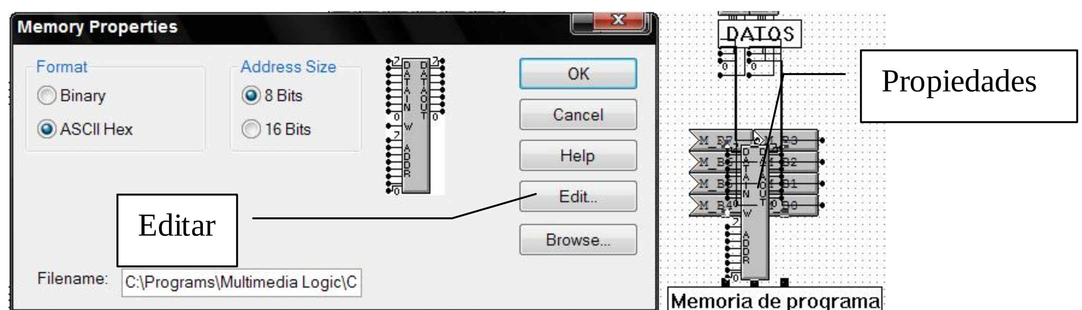
Solapa programa

Ahora se debe copiar el código del programa desde el archivo Excel a la memoria de programa en el simulador. Se seleccionan las celdas y se copia al portapapeles de Windows.

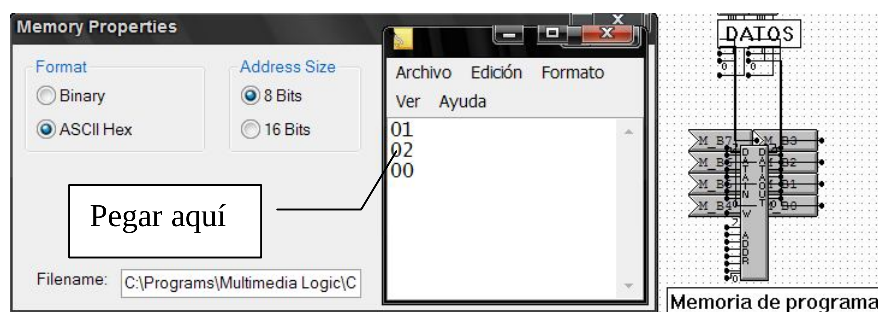
	A	B	C	D	E
1	Dirección	Código (*)	Nemónico	Descripción (*) (lo trae del set de Instrucc	Comentarios
2				Programa ejemplo del manual de usuario v2.(	Felipe:
3	00	01	NOP	NOP - INCREMENTAR EL PC	IN Esta celda contiene
4	01	02	INC A	INC A - INCREMENTAR REGISTRO A	A una fórmula que debe
5	02	00	RESET	RESET - INICIALIZAR EL PROCESADOR	ser arrastrada a toda

Copiar

Luego se hace doble click sobre la memoria en el simulador, para ver las "propiedades".



Luego, haciendo click en "Edit", se abre el block de notas de Windows (Notepad) donde se ve el contenido anterior de la memoria. Se selecciona todo y se reemplaza el nuevo contenido, quedando:



Ahora se cierra el Notepad salvando los cambios y se cierra Memory Properties **haciendo click en OK**. Se puede ahora ejecutar el simulador, verificando la diferencia de comportamiento. El contador de programa debe incrementarse desde 0 a 2 y luego volver a cero, repitiendo indefinidamente.

La ALU de esta unidad de control está implementada con dos memorias de forma de respetar los códigos originales de operaciones del apunte de Técnicas Digitales III.
Todas las operaciones fijan los Flags de esta ALU, sin embargo se implementó una operación especial para retenerlos en el momento que se desee dentro de la secuencia del microprograma. Esta operación se habilita poniendo 1111 en los bits de TEST de la micropalabra.

COD ALU						OPERACIONES DE LA ALU CPU-TD3	REG ALU	SET FLAG
0	0	0	0	0000	0	NOP - BUS RET DESHAB		F=1
0	0	0	1	0001	1	A		Z, N
0	0	1	0	0010	2	A = B	00	Z, N
0	0	1	1	0011	3	/A		Z
0	1	0	0	0100	4	A + B		C, Z
0	1	0	1	0101	5	B		Z, N
0	1	1	0	0110	6	A + 1		C, AC
0	1	1	1	0111	7	A - B		C,Z,N
1	0	0	0	1000	8	A XOR B		Z, N
1	0	0	1	1001	9	-- A		Z, N
1	0	1	0	1010	A	A - 1		C,AC,Z,N
1	0	1	1	1011	B	A OR B		Z, N
1	1	0	0	1100	C	A AND B		Z, N
1	1	0	1	1101	D	A < B	00	Z,N,V,C
1	1	1	0	1110	E	SHIFT IZQ A		C,Z,N
1	1	1	1	1111	F	SHIFT DER A		AC,Z,N

BITS DEL REGISTRO DE FLAGS

BIT		DESCRIP.	OPERACIÓN	R / RW
0	C	ACARREO	cuando excede la capacidad de reg 8 bits 0-7	R
1	U/S	USUARIO SUP.	nivel de ejecución de la instrucción	R/W
2	T	TEST	entrada auxiliar - modo debug	R
3	AC	ACARREO AUX	cuando excede la capacidad de reg 4 bits 0-3	R
4	I	HAB. INTERR.	habilitación de interrupciones externas	R/W
5	V	OVERFLOW	cuando no se respeta la regla de signos	R
6	Z	CERO	cuando el resultado es cero	R
7	N	NEGATIVO	cuando el resultado es negativo (Bit 7 = 1)	R

COD TEST					CHEQUEO DE FLAG EN PSW
0	0	0	0		NO USADO
0	0	1	0	Z	CERO
0	1	0	0	N	NEGATIVO
0	1	1	0	V	OVERFLOW
1	0	0	0	C	ACARREO
1	0	1	0	T	TEST
1	1	0	0	U/S	USUARIO SUP.
1	1	1	0	I	HAB. INTERR.
1	0	0	1	AC	ACARREO AUXILIAR
1	1	1	1		SET FLAGS
0	0	0	1		NUEVA INSTRUCCIÓN (EX MP0)

Solapa codigos ALU y TEST

Para verificar si se cumple una condición de salto condicional, se selecciona el bit de condición con los cuatro bits de TEST de la micropalabra, según la codificación de la tabla “CHEQUEO DE FLAG EN PSW”. Cuando la condición de la instrucción xx es verdadera, el contador de microprograma pasa a xx8. Si la condición es falsa, pasa a xx0. Véase como ejemplo el microprograma de la instrucción JZ #M en el archivo CONTROL STORE 15.xls.
Para dar por finalizado el microprograma de una determinada instrucción, se debe poner 0001 en los bits de TEST de la micropalabra.

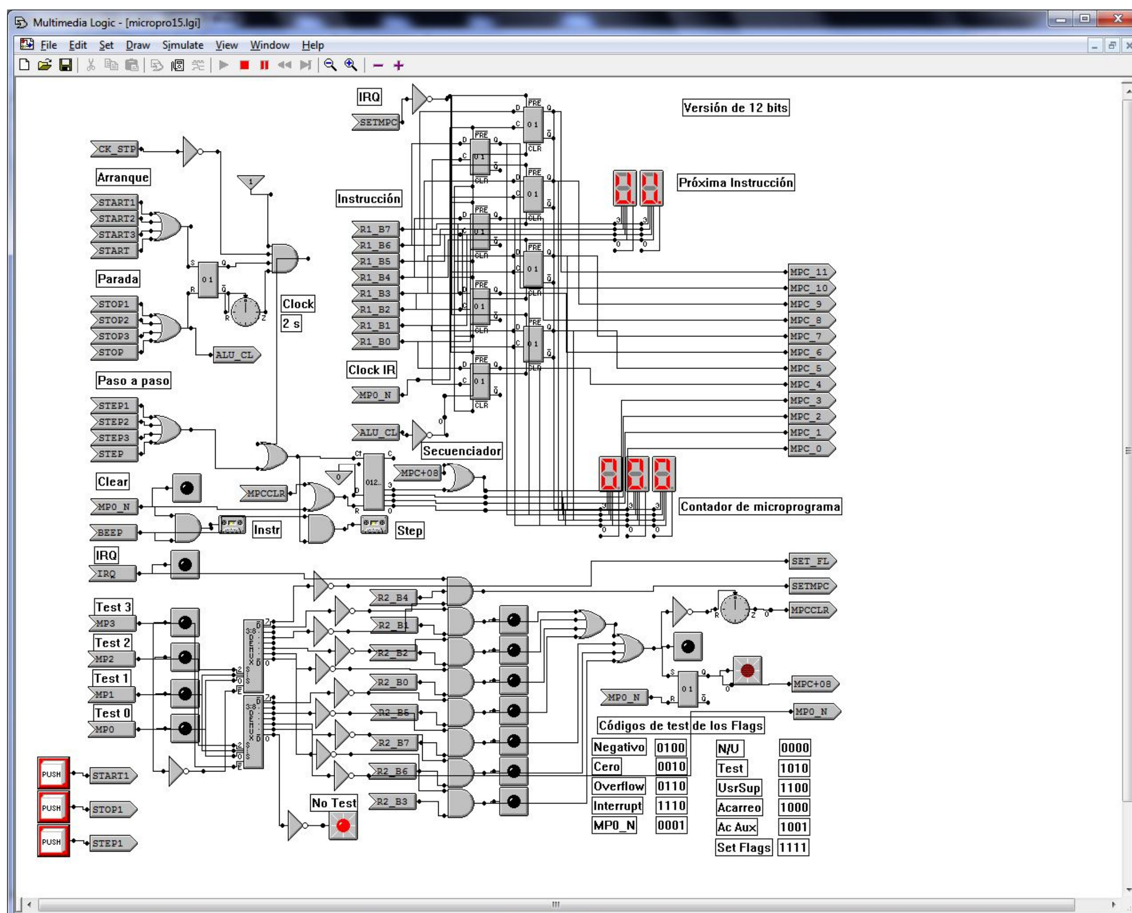


Figura A2 – Reloj y secuenciador

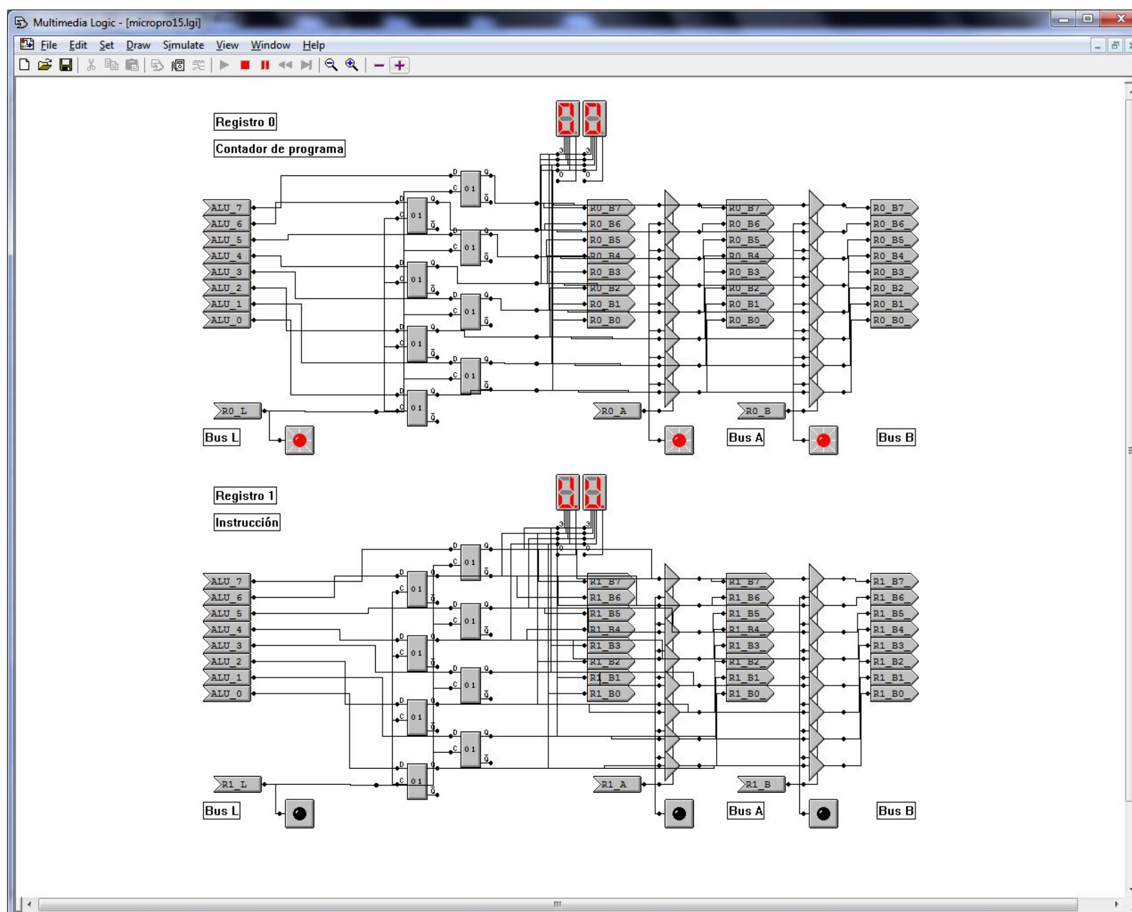


Figura A3 – Contador de programa y registro de instrucción

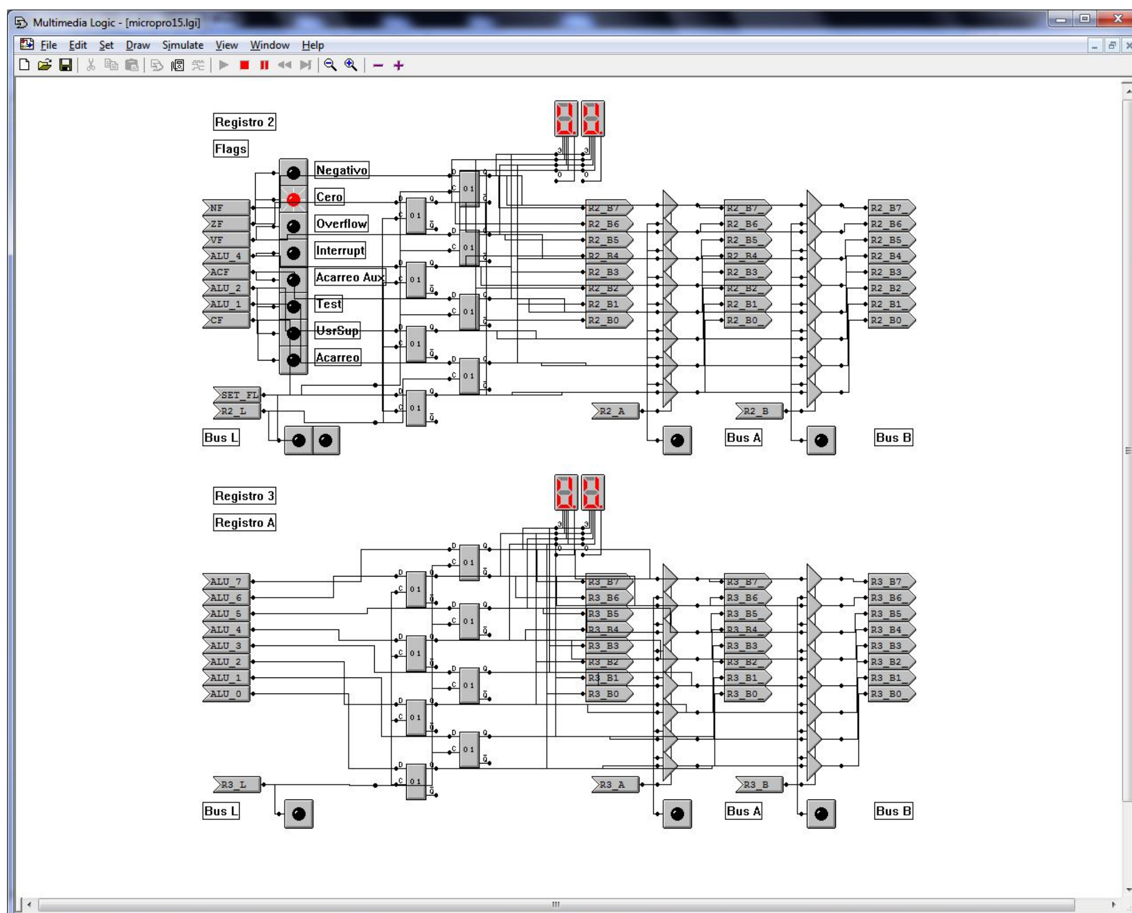


Figura A4 – Registro de flags y registro A

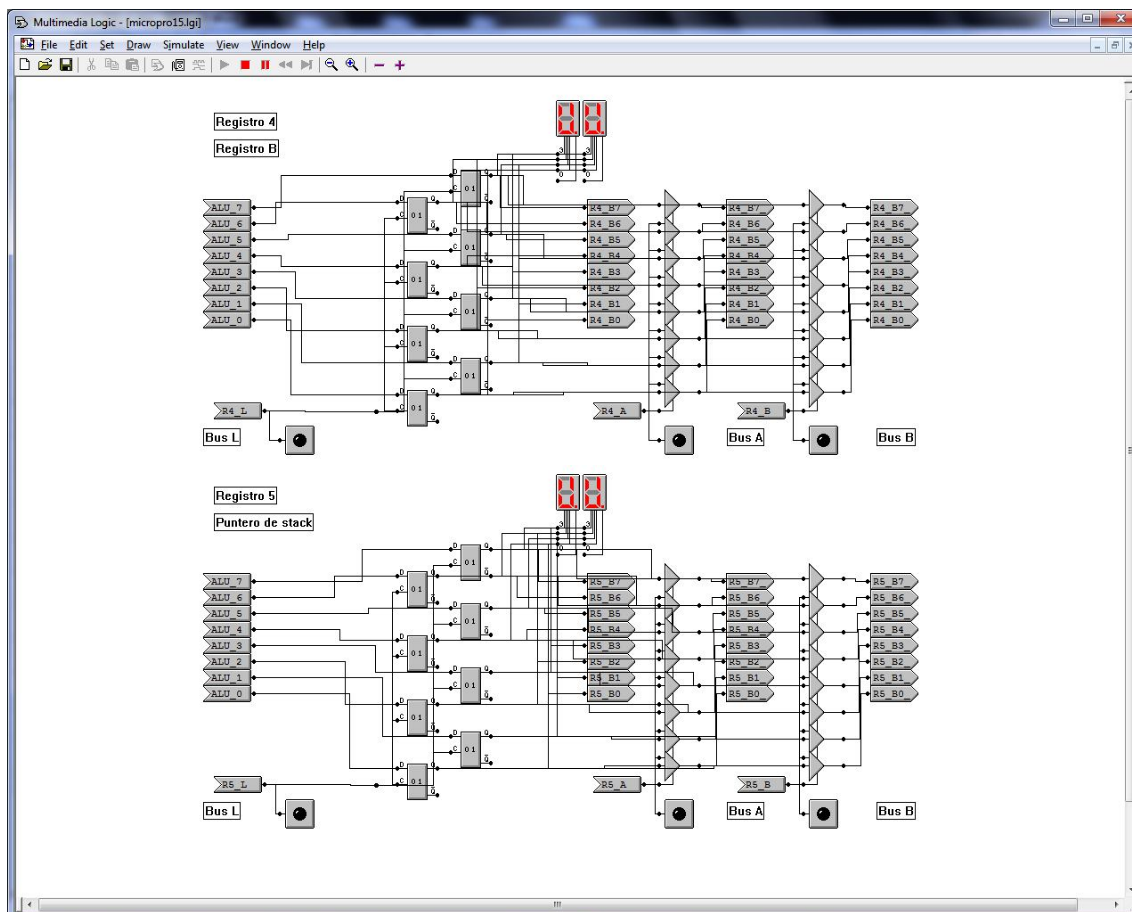


Figura A5 – Registro B y puntero de stack

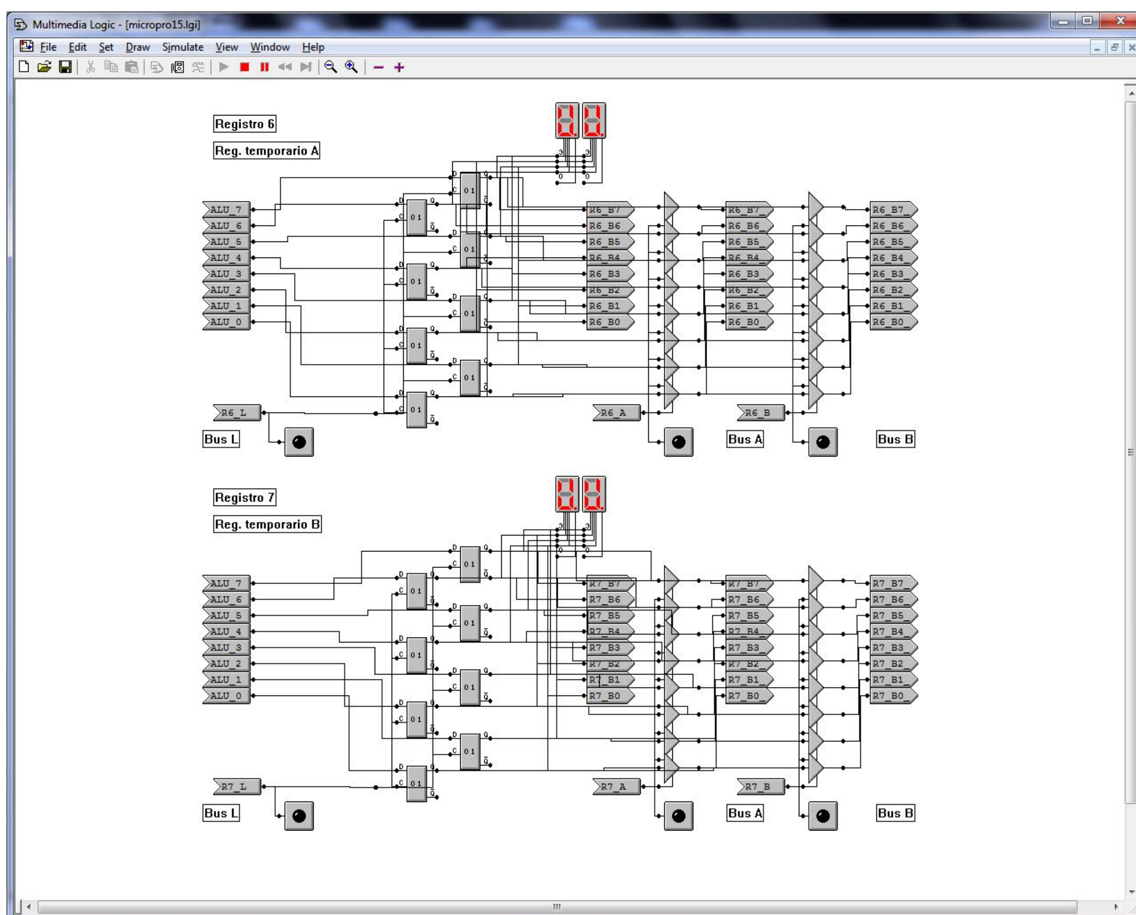


Figura A6 – Registros temporarios A y B

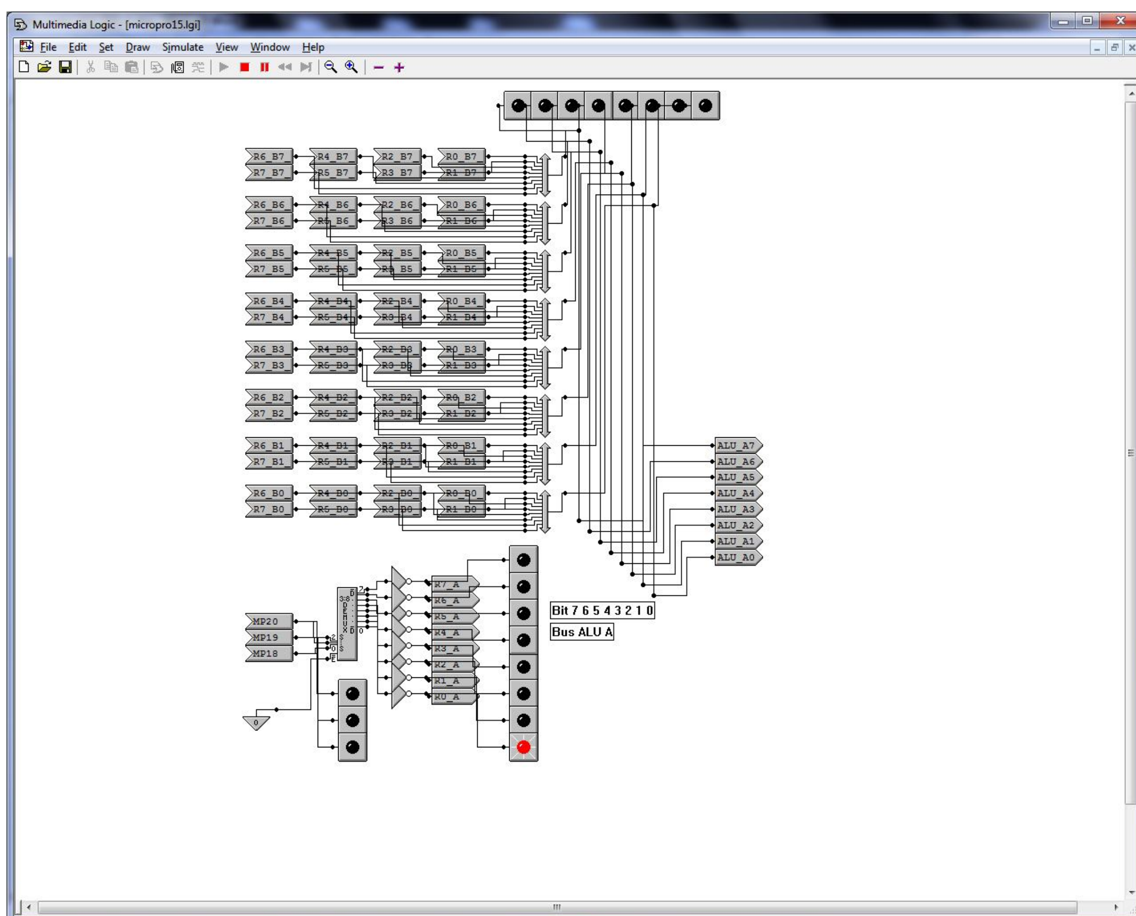


Figura A7 – Rama A del bus ALU y decodificación de registros

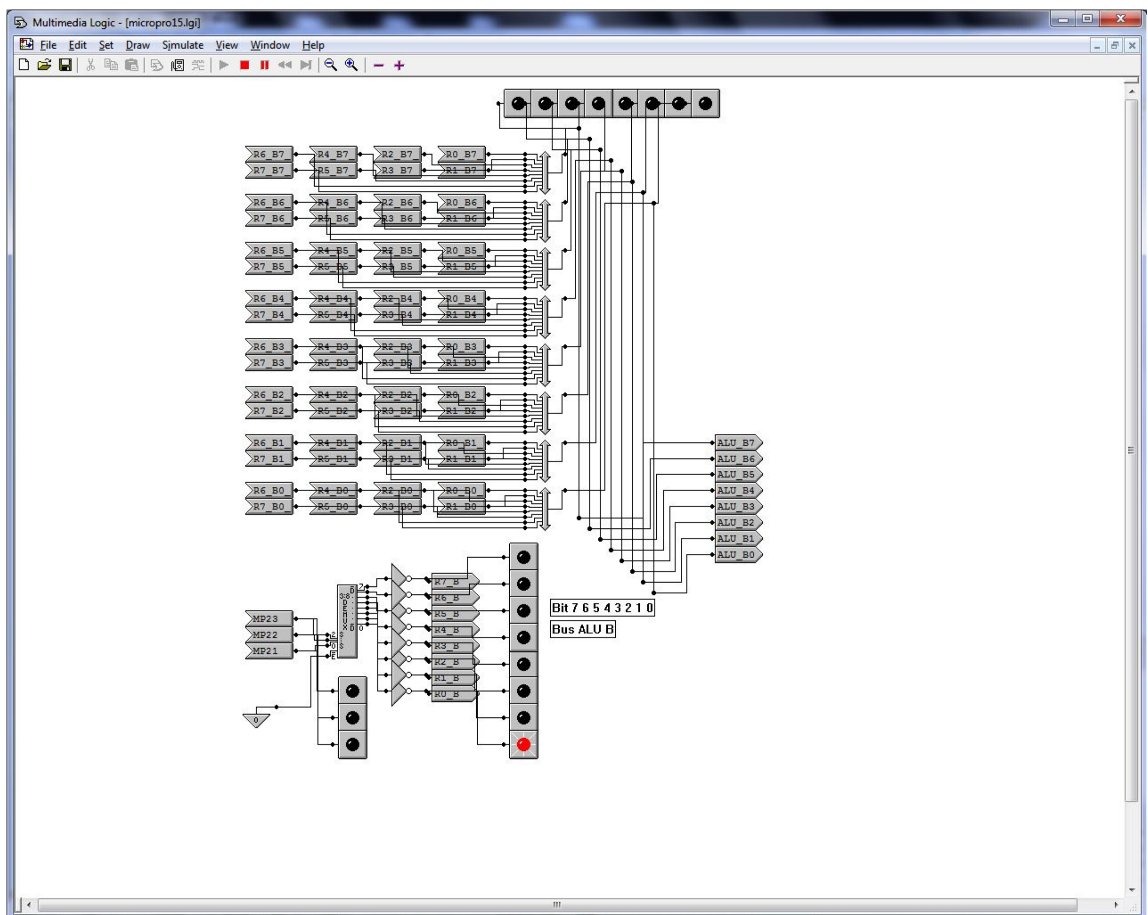


Figura A8 – Rama B del bus ALU y decodificación de registros

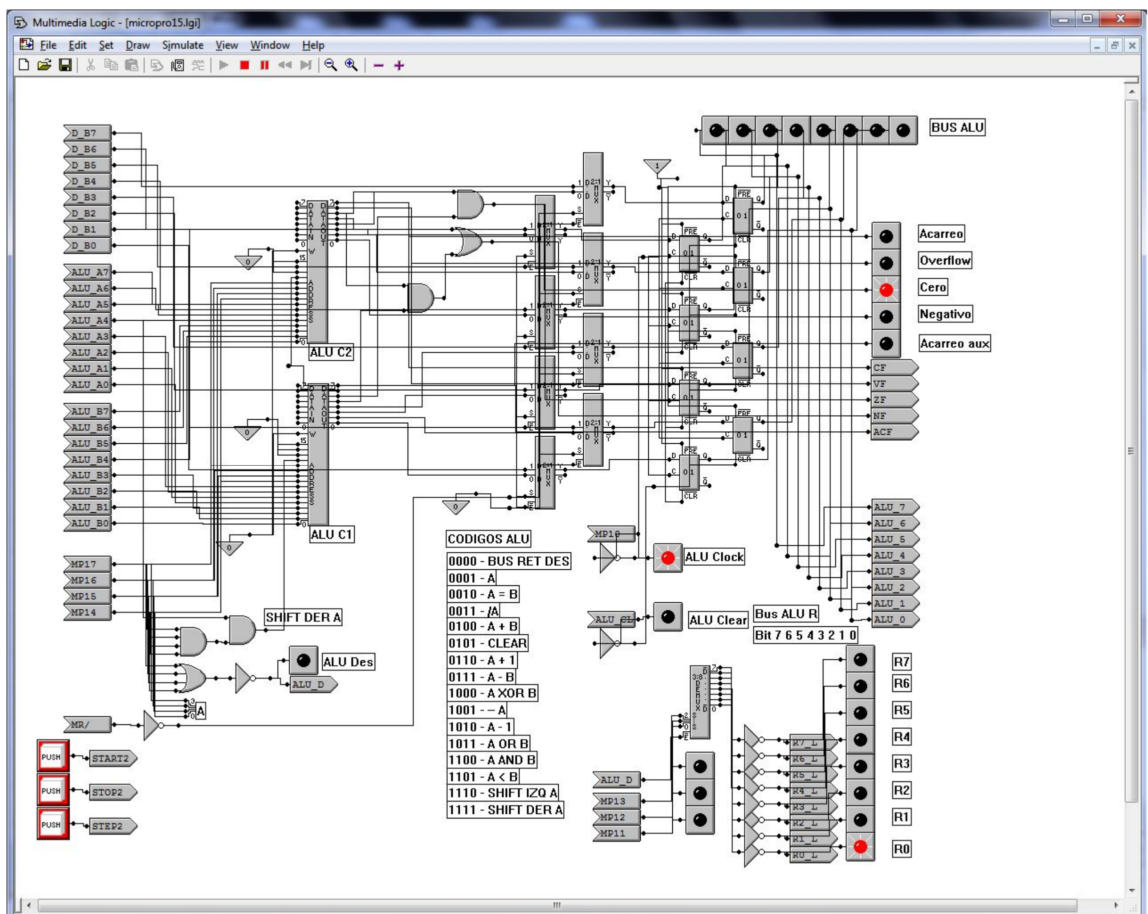


Figura A9 – ALU, registro ALU y lógica asociada

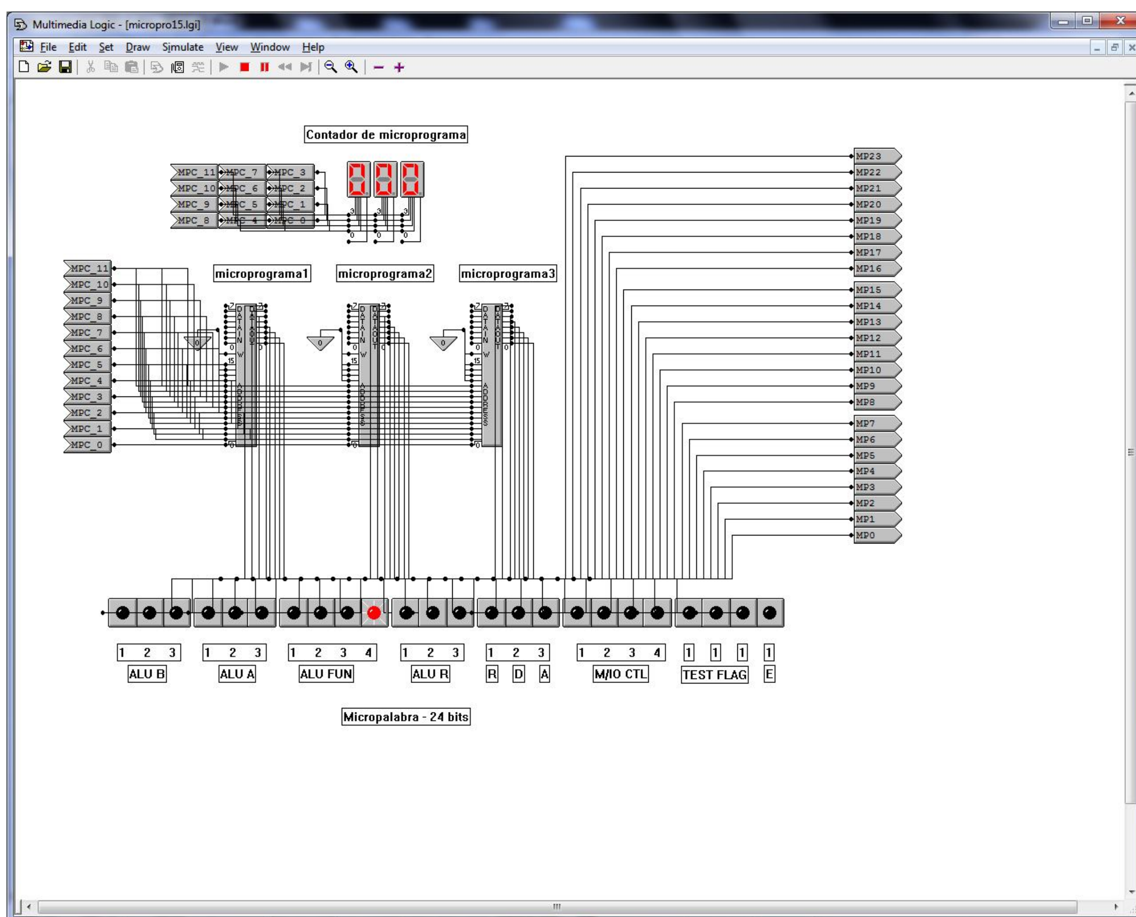


Figura A10 – Memoria de microprograma y micropalabra

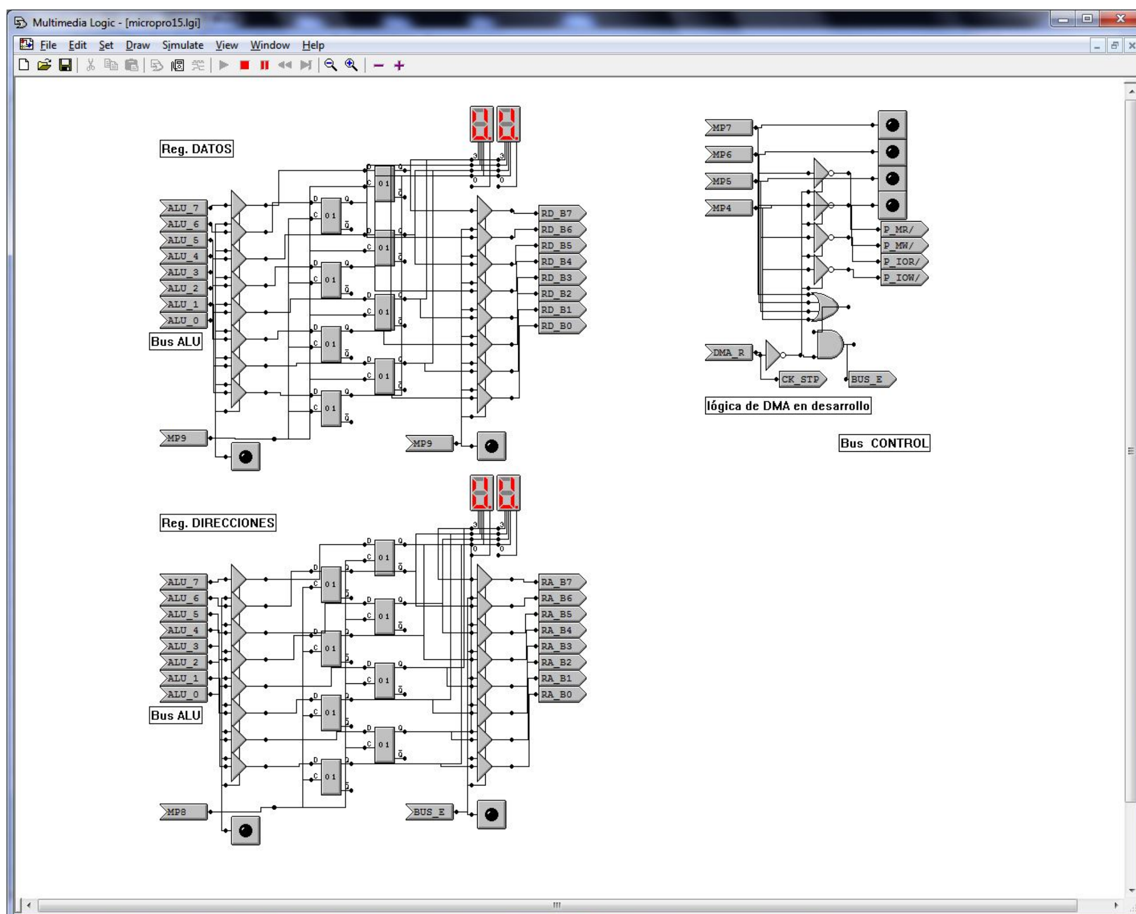


Figura A11 – Registro de datos, registro de direcciones y lógica de DMA

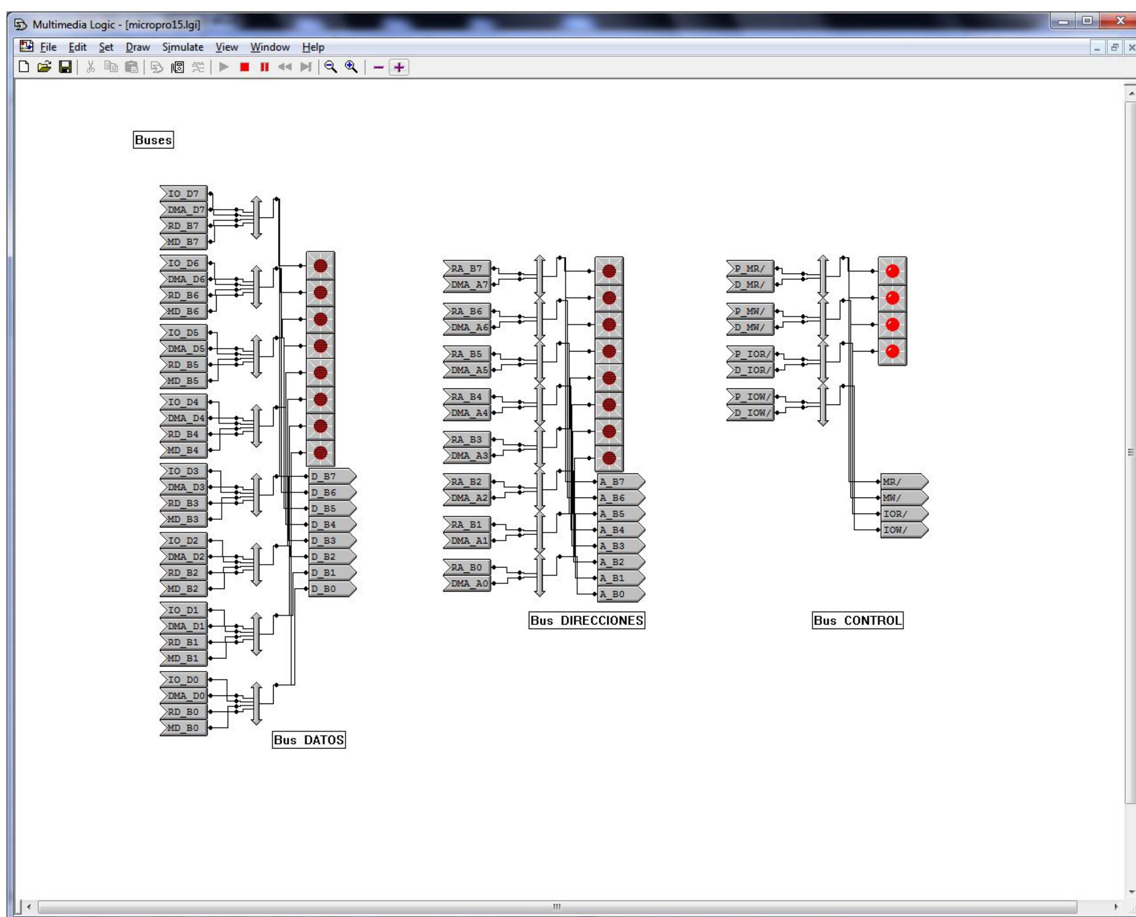


Figura A12 – Buses de datos, direcciones y control

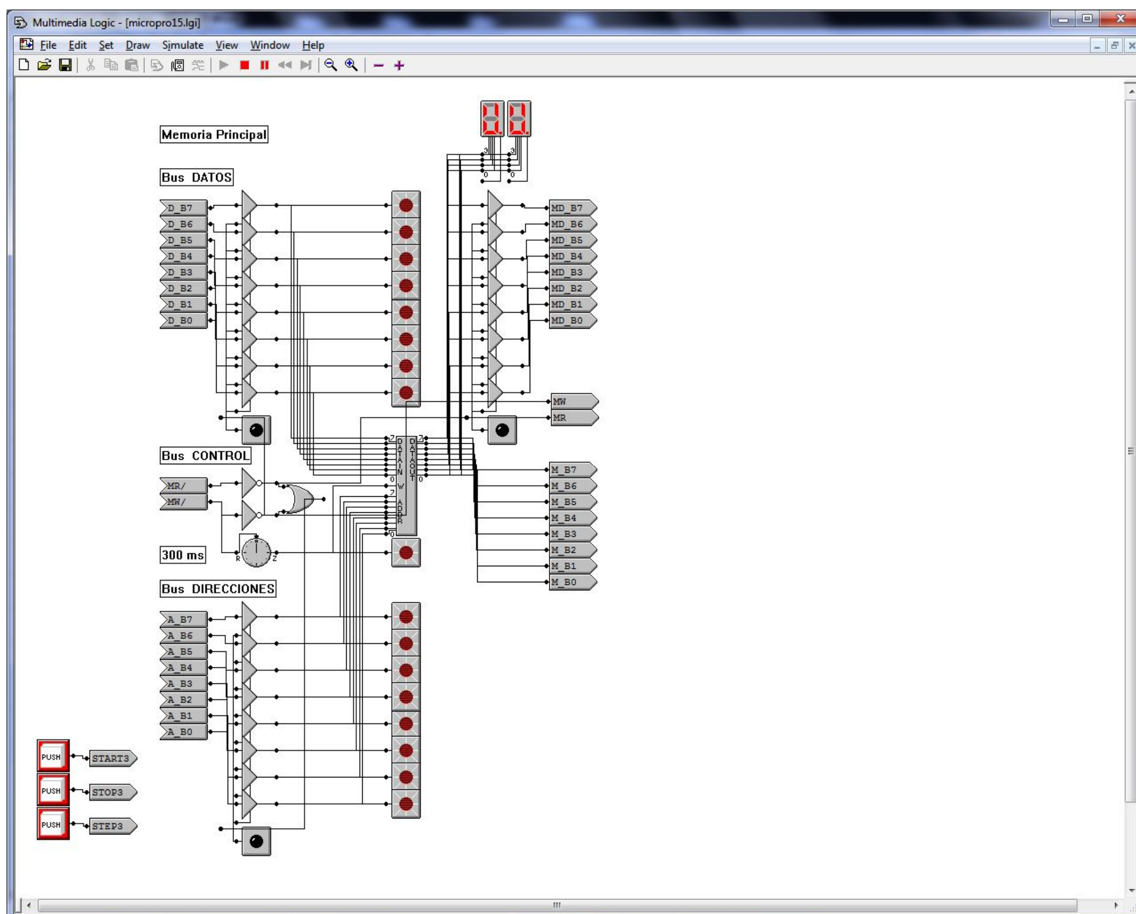


Figura A13 – Memoria principal

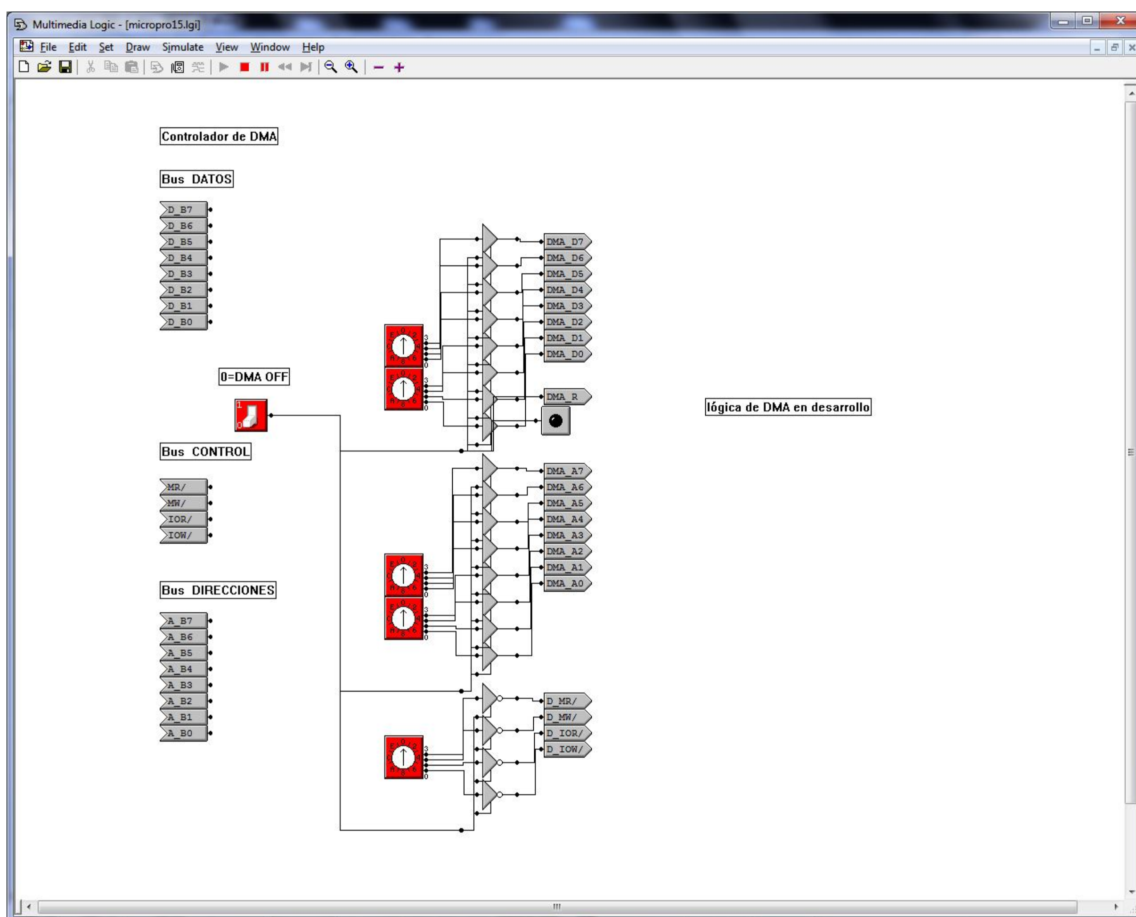


Figura A14 – Lógica de DMA (en desarrollo)

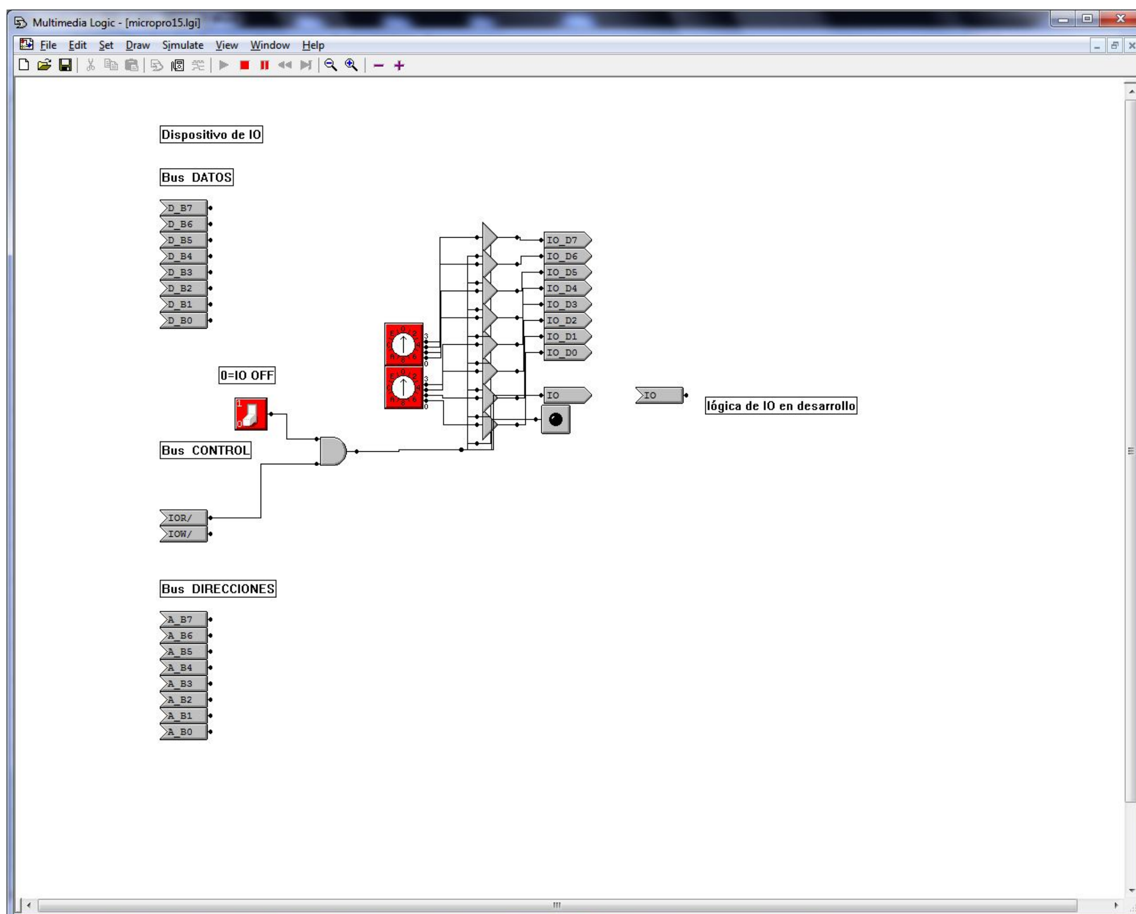
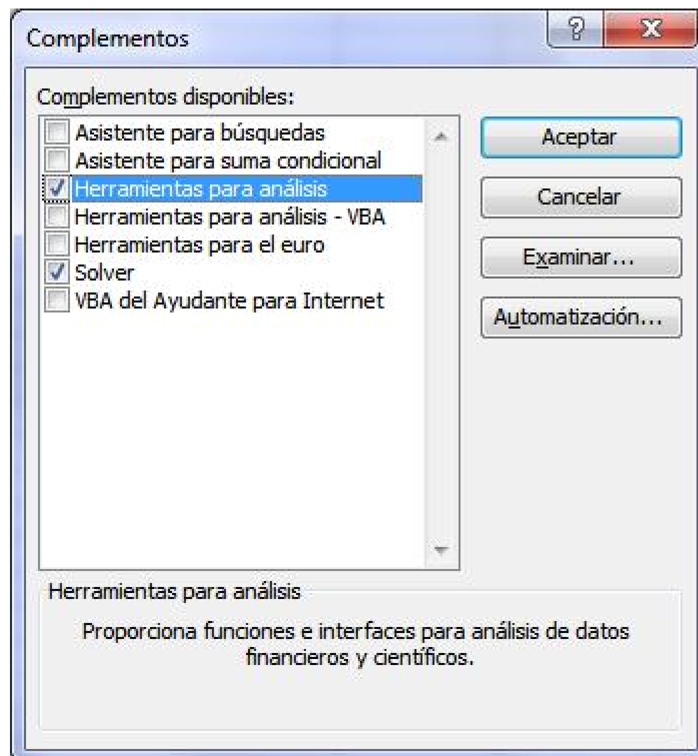


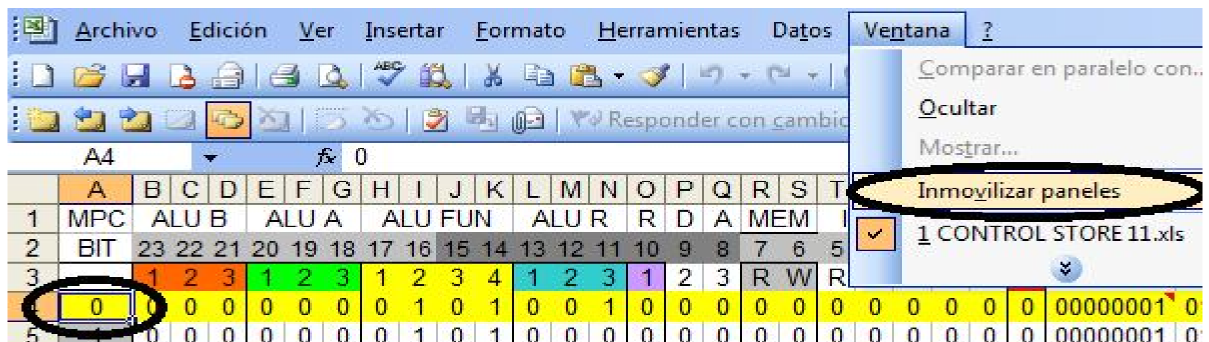
Figura A15 – Lógica de I/O (en desarrollo)

Anexo: Hints para usar el Microsoft Excel

Para que las funciones Concatenar y otras operen correctamente, se debe tener habilitados los complementos que se indican.
Se accede desde el menú principal, Herramientas, Complementos.



Para navegar más fácilmente en las planillas grandes, conviene inmovilizar los paneles para que se vean los títulos de las columnas en todo momento. Para ello seleccionar la celda A4 como se indica en la figura y luego desde el menú Ventana, seleccionar "Inmovilizar paneles" (versión 2003).



O desde el menú Vista, Inmovilizar (versión 2010).

